



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 17 193 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 B 21/02**  
G 01 B 21/22  
G 01 B 7/02

⑲ Aktenzeichen: 101 17 193.5  
⑳ Anmeldetag: 5. 4. 2001  
㉔ Offenlegungstag: 10. 10. 2002

**DE 101 17 193 A 1**

⑦1 Anmelder:  
Rodi, Anton, 76707 Hambrücken, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Kammer, A., Dipl.-Ing., 68766 Hockenheim

⑥1 Zusatz in: 102 30 471.8

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 21 015 C2  
DE 198 21 558 A1  
DE 197 24 732 A1  
DE 85 21 160 U1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤4 Messsystem zur Absolutwerterfassung von Winkeln oder Wegen

⑤7 Es wird ein Messsystem zur Erfassung von Winkeln oder Wegen, bei dem der Maßstab eine Messspur mit absoluter Kodierung aufweist, und die von einem Sensor abgetastet wird, beschrieben.

Der Maßstab ist aus wenigstens zwei in gleicher Weise absolut kodierten Teilstrecken zusammengesetzt und auf dem Maßstab ist eine Parallelspur vorgesehen, mit der der Absolutwert der jeweils erreichten Teilstrecke ermittelt wird. Aus den beiden Absolutwerten wird dann der Gesamtabsolutwert gewonnen.

**DE 101 17 193 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Messsystem zur Absolutwerterfassung von Winkeln oder Wegen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Messsystem, das sowohl für Dreh- als auch Wegmessungen geeignet ist, ist aus der DE 195 05 176 A1 bekannt. Der in dieser Schrift ausgeführte, lineare PRC-Code (Absolutkodierung in der Maßstabsachse und hintereinander in einer schmalen Linie mit gleichen Abständen einer zusätzlichen Inkrementen-Spur) ist in seiner Länge durch  $L = \text{Teilung} \cdot \text{Bitwert des Absolutcodes}$  gegeben. Die Inkrementenspur dient der Erhöhung der Genauigkeit des jeweiligen zu ermittelnden Absolutwerts.

[0003] Bei einem Teilungsabstand von z. B. 20 bis 30  $\mu\text{m}$  und z. B. einer 12-Bit-Absolutspur ergeben sich Gesamtlängen von 20  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m} \cdot 4096 \approx 82$  bis 123 mm. Diese maximale Maßstabslänge ist für viele Zwecke viel zu kurz. Will man Maßstabslängen von z. B. 4 bis 5 m realisieren, so sind Absolutkodierungen mit mehr als 18 bis 20 Bits notwendig, worauf, die DE 195 05 176 A1 hinweist.

[0004] Solche Maßstäbe sind kompliziert zu fertigen. Außerdem müssen die 18 bis 20 Fotoempfänger den Maßstab möglichst verzerrungsfrei wiedergeben, und dieser muss mit ausreichend hoher Lichtstärke ausgeleuchtet werden. Zusätzlich benötigt man eine komplexe Signalverarbeitung bei der Auswertelektronik.

[0005] Inkrementallängengeber sind in der Maßstabsgestaltung und Auswertelektronik bei einer solchen Maßstabslänge vielseitig, so dass sie auch für Absolutmessungen herangezogen werden. Dazu benötigt man eine oder mehrere Referenzmarken, die stets nach dem Aus- und Einschalten der Anlage angefahren werden müssen. Auch ist die Messeinrichtung anfällig für den Verlust der Position, und daher muss stets durch Anfahren der Referenzmarken der notwendigen Sicherheit Rechnung getragen werden. Dies ist umständlich, nicht immer machbar und wird nur wegen des Preises den selten anzutreffenden und teuren Absolutmessanlagen vorgezogen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Messsystem mit Absolutwerterfassung zu schaffen, das bei großen Maßstablängen anwendbar ist und dabei keine sehr große Bitzahl in der Maßstabskodierung mit den dadurch bedingten Nachteilen benötigt.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Der erfindungsgemäße Längenmaßstab ist für beliebige Längenmessstrecken kostengünstig fertigbar und problemlos einsetzbar. Der gesamte Abtastsensor ist in seinen Komponenten für die möglichst universelle Anwendung bei Winkel- und Wegmesssystemen geeignet und für beliebige Messlängen einsetzbar. Mit der erfinderischen Ausgestaltung der Längenmesseinrichtung wird den vielfältigen Anforderungen Rechnung getragen und eine universelle und preisgünstige Geräteausführung auch für die verschiedensten Aufgabenstellungen geschaffen.

[0009] Der erfinderische Gedanke basiert auf der Nutzung von z. B. 12-Bit-absolutkodierten Strecken, die bei optischen Abtastsystemen ca. 100 mm Länge aufweisen, und mehrfach aneinandergereiht die Messstabslänge ergeben. Diese Teilabschnitte haben zweckmäßigerweise eine absolut kodierte Spur, die vorzugsweise mit einer parallel verlaufenden Inkrementalspur zur analogen Erfassung der dazwischen liegenden Wegstrecke zusätzlich versehen ist, um einen sehr hoch aufgelösten Gesamtabsolutwert zu bilden. Ein 4-m-Maßstab hat ca. 40 solcher gleicher, absolutkodierter

Strecken, z. B. im PRC-Code, deren jeweilige Anfänge und Enden in der Codeauslegung für die kontinuierliche Signalauswertung berücksichtigt werden. Bei z. B. einem 12-Bit-Code ergeben sich 144 Kodierungsmöglichkeiten, nach denen ein zyklischer Übergang zur nächsten Teilstrecke erfolgen kann.

[0010] Um die absolute Lage insgesamt zu bestimmen, ist es notwendig, die "Nummer" des jeweiligen Streckenabschnitts zu erfassen. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, dass die Teilstrecken nach Richtung und Lage erfasst werden und entsprechend von einer definierten Ausgangsposition aus folgerichtig bestimmt werden. Zu den absolutkodierten Abschnitten kommt also gemäß der Erfindung eine zusätzliche Spur, die es im Zusammenwirken mit z. B. in einfachster Ausführung zwei Schaltsensoren gestattet, die Abschnitte in 4 Teilbereichen zu erfassen und so eindeutig die Lage auch für höchste Verfahrensgeschwindigkeiten zu bestimmen. Die Spur ist im einfachsten Fall mit einer symmetrischen Hell-Dunkelspur bei optischen Systemen, bzw. mit einer ca. 50% der Abschnitte magnetischen und nicht magnetischen Struktur bei magnetischer Abtastung ausgeführt und ist zweckmäßigerweise um 25% der Abschnitte zum Beginn bzw. Ende der Kodierspur versetzt angeordnet. Empfehlenswert ist die magnetische Erfassung der Spur, die mittels Permanentmagnet die Hilfsenergie für die dazu bestimmten Sensoren liefern kann und für die Signalverarbeitung und Speicherung der Daten wegen der geringen Stromaufnahme den Batteriebetrieb begünstigt. Auch ist diese Sensierung sehr robust und schmutzunempfindlich. Die Hilfsenergie Batterie ist für die Speicherung des Absolutwerts der Teilstrecke notwendig, wodurch die Lage nach dem Einschalten der Versorgungsspannung sofort sicher erfasst werden kann. Auch kann sie bei Handverstellung der Bewegungseinrichtung ohne Netzversorgung den richtigen Absolutwert der Teilstrecke bei Wiedereinschalten der Netzversorgung gewährleisten. Die einzelnen Teilstrecken und ihre Nummern werden als Absolutwert jeweils auf der Parallelspur miterfasst und bilden somit beim Wiedereinschalten den Absolutwert.

[0011] Die so konzipierte Absolutwertbildung in den jeweiligen Streckenabschnitten – ganz unabhängig von dem gewählten Verfahren der Absolutwertbildung – wird mittels der zählbaren Erfassung der Strecken zum Gesamtabsolutwert für beliebig lange Strecken ergänzt. Die Sensorkomponenten sind einschließlich der Signalverarbeitung im Gesamtsensor untergebracht. Sie sind für eine Vielzahl von Winkel- und Wegmesssystemen gleich und damit vielfältig einsetzbar. Der Maßstab ist in "endloser Länge" herstellbar, und davon sind bedarfsgerecht einfach die beliebigen Maßstabslängen abzutrennen. Auch sind die Anschlüsse zum Datenaustausch sowie zur Parametrierung zweckmäßigerweise zu denen der Dreh- und Winkelgeber identisch auszuführen, um die vorteilhafte Durchgängigkeit der Sensorsysteme bei Kundensteuerungen bezüglich Inbetriebnahme, Nutzung und Service zu gewährleisten. Vor allem sind hierzu voll-digitale Versionen über SSI-Datenaustausch und Parametrierung vorteilhaft. Besonders Gebersysteme unter Echtzeit-Signalverarbeitung bieten über die parallel abfragbaren SSI-Taktsignale an mehreren Gebern – mit jeweils separater Datenleitung – die redundante Sensorauswertung an und sind auch in einem Längenmesssystem in sehr verschmutzter Umgebung (sowohl am Sensor als auch am Maßstab) anwendbar.

[0012] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

[0014] Fig. 1 den Aufbau des Maßstabes,

[0015] Fig. 2 den Maßstab mit Sensoren.

[0016] In Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines Maßstabs 1 gezeigt, der eine mit Absolutwerten kodierte Spur 2 mit z. B. 12 Bits aufweist. Das bedeutet, dass der dazugehörige Abtastkopf zwölf in Reihe liegende Abtastzellen aufweist, die jeweils nach einer Bewegung um einen Schritt einen neuen Absolutwert erkennen. Es sind hier drei Teilstrecken 1a bis 1c angedeutet, wobei auch die mittlere Teilstrecke 1b nur ausschnittsweise zu sehen ist. In einer Teilstrecke sind  $2^{12} = 4096$  unterscheidbare Schritte, z. B. im PRC-Code vorhanden. Der Gesamtmaßstab ist nun aus mehreren Teilstrecken 1a bis 1c zusammengesetzt. Unter der Spur 2 ist eine Inkrementalspur 3 angeordnet, die dazu dient, die Genauigkeit des jeweiligen Werts der Absolutspur 2 zu erhöhen; sie weist die gleiche Gesamtlänge des Maßstabs auf.

[0017] Zu den genannten Spuren kommt gemäß der Erfindung noch eine weitere Spur 4 mit gleicher Länge wie die Teilstrecken, die dazu dient, die Teilstrecken nach Richtung und Lage zu erkennen bzw. zu erfassen und, ausgehend von einer definierten Ausgangsposition, folgerichtig zu bestimmen. Durch diese Bestimmung wird also die "Nummer" der einzelnen Teilstrecken bestimmt. Die Spur ist bei optischen Systemen im einfachsten Fall mit einer symmetrischen Hellschwarzspur ausgelegt, bzw. bei einer Spur für magnetische Auswertung mit je 50% Abschnitten mit magnetischer und nicht-magnetischer Struktur. Wichtig ist, dass an den Übergängen von der einen zur anderen Teilstrecke, z. B. 1a nach 1b eine magnetische Struktur vorhanden und um ca. 25% der Teilstrecken versetzt angeordnet ist. In Fig. 1 ist dies dargestellt, wobei für die Spur 4 unterstellt ist, dass die Strecke 1b in voller Länge gezeigt ist. Nur so ist darstellbar, dass 50% magnetisch und 50% der Spur unmagnetisch sind. Die Spur wird z. B. mit zwei Schaltsensoren angetastet, um den Übergang eindeutig zu bestimmen. Die Schaltsensoren sind zweckmäßigerweise in einem Abstand von ca. 25% der Teilstrecken angeordnet. Somit werden die 4 Quadranten der Teilstrecken, z. B. an den in Fig. 1 mit x bezeichneten Stellen, (2mal 25% magnetisch, 2mal 25% unmagnetisch) auch bei höchster Messgeschwindigkeit von z. B. 10 m/sec in ca. 2 m/sec erfasst, was auch für langsame Sensoren, wie Reedschalter oder getaktete Magnetsensoren, sicher ausreichend ist. Dies ist für die Auswertung der zu zählenden Teilstrecken unter allen denkbaren Ein-/Ausschaltvorgängen der Versorgungsspannung und der folgerichtigen Zusammensetzung der Absolutwertbildung mit den Teilstrecken wichtig und bedarf der sorgfältigen Auslegung. Es soll hier nicht weiter erläutert werden, dass durch höhere Schaltgeschwindigkeiten der Sensoren, diese auch mit viel kleinerem Abstand als 25% der Teilstrecke angeordnet sein können, z. B. in einem integrierten Baustein. Aus dem Absolutwert der Spur 2, eventuell verbessert mit Hilfe der Spur 3 und der "Nummern"-Bestimmung der Teilstrecke mit der Spur 4, wird somit der tatsächliche Standort ermittelt.

[0018] Fig. 2 zeigt den Maßstab 1 in Seitenansicht mit einer Vielzahl von Teilbereichen, z. B. 1a bis 1c. Es sind zwei versetzt angeordnete Sensoranordnungen 5 vorhanden, deren Messergebnisse zu einer redundanten Signalauswertung benutzt und in der Steuerung 6 entsprechend verarbeitet werden.

gesetzt ist, und dass auf dem Maßstab (1) eine Parallelspur (4) zur Bestimmung des Absolutwerts der jeweils erreichten Teilstrecke (1a bis 1c) mittels einer weiteren Sensoranordnung vorgesehen ist, und dass Schaltmittel vorgesehen sind, die aus dem Absolutwert der Teilstrecken (1a bis 1c) und dem ermittelten Absolutwert innerhalb der Teilstrecke (1a bis 1c) den Gesamtabolutwert zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stellen.

2. Messsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen Teilstrecken (1a bis 1c) in gleichen Codeabschnitten ausgeführt sind.

3. Messsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Parallelspur (4) für eine magnetische Signalerfassung ausgeführt ist.

4. Messsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Parallelspur (4) dauermagnetische Teilabschnitte aufweist.

5. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Notversorgung eine Batteriehilfsenergie außerhalb und/oder innerhalb des weiteren Sensors vorgesehen ist.

6. Messsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es aus mindestens zwei gleichen und versetzt angebrachten Sensoren ( $S_1$ ,  $S_2$ ) besteht, deren Messwerte von der externen Steuerung zur redundanten Signalauswertung herangezogen werden.

7. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zugrunde liegende Absolutmesssystem auf optischen, magnetischen, induktiven, elektromagnetischen oder kapazitiven Messsystemen oder aus Kombinationen dieser Messsysteme beruht.

8. Messsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Absolutwert der erreichten Teilstrecke (1a bis 1c) durch folgerichtige Auswertung der überfahrenen Teilstrecken (1a bis 1c) von einer definierten Ausgangsposition aus bestimmt wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

60

1. Längenmesssystem zur Absolutwerterfassung von Winkeln und Wegen, bei dem der Maßstab (1) eine Meßspur (2) zur Absolutwertbildung aufweist, die von einem dazugehörigen Abtastkopf erfasst wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Maßstab (1) aus wenigstens zwei in gleicher Weise zur Absolutwerterfassung ausgebildeten Teilstrecken (1a bis 1c) zusammen-

65

